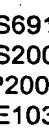
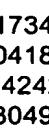


## Combination antenna arrangement for several wireless communication services for vehicles

**Patent number:** EP1445832  
**Publication date:** 2004-08-11  
**Inventor:** LINDENMEIER HEINZ (DE)  
**Applicant:** FUBA AUTOMOTIVE GMBH (DE)  
**Classification:**  
 - **international:** H01Q1/52; H01Q5/00; H01Q9/30; H01Q9/36;  
 H01Q21/28; H01Q21/29; H01Q1/00; H01Q5/00;  
 H01Q9/04; H01Q21/00; (IPC1-7): H01Q21/29;  
 H01Q1/52; H01Q5/00; H01Q9/30; H01Q9/36;  
 H01Q21/28  
 - **europen:** H01Q1/52B; H01Q5/00B; H01Q9/30; H01Q9/36;  
 H01Q21/28; H01Q21/29  
**Application number:** EP20040002306 20040203  
**Priority number(s):** DE20031004911 20030206

### Also published as:

 US6917340 (B2)  
 US2004183737 (A1)  
 JP2004242306 (A)  
 DE10304911 (A1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of EP1445832

The arrangement has conducting parts (3) provided only for additional radio services with radiation coupling to conducting parts (20) for a first service and divided by break points (10) into segments (4) whose maximum dimension (5) is less than 3/8 of the wavelength for the frequency range of the first service. The break points are bridged for the operation of the combination arrangement by low loss frequency-dependent reactance stages (8).

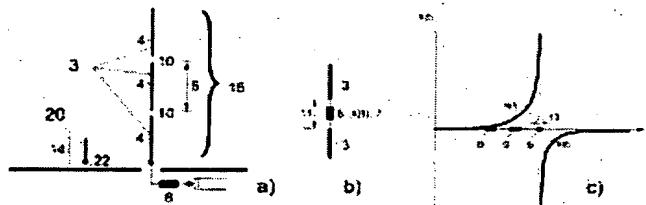


Fig. 1

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 445 832 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
11.08.2004 Patentblatt 2004/33

(51) Int Cl.7: H01Q 21/29, H01Q 21/28,  
H01Q 1/52, H01Q 9/30,  
H01Q 9/36, H01Q 5/00

(21) Anmeldenummer: 04002306.1

(22) Anmeldetag: 03.02.2004

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK

(71) Anmelder: FUBA Automotive GmbH & Co. KG  
31162 Bad Salzdetfurth (DE)

(72) Erfinder: Lindenmeier, Heinz  
82152 Planegg (DE)

(30) Priorität: 06.02.2003 DE 10304911

### (54) Kombinationsantennenanordnung für mehrere Funkdienste für Fahrzeuge

(57) Die Erfindung betrifft eine Kombinationsantennenanordnung für mindestens zwei Funkdienste, von denen für den ersten Funkdienst in einem ihm zugeordneten Frequenzbereich an einer für ihn vorgesehenen Antennenanschlusstelle (22) ein eng toleriertes Richtdiagramm gestaltet ist. Es sind Leitereile (3) vorhanden, welche nur für die Funktion der weiteren Funkdienste (2) vorgesehen sind und diese mit dem dem ersten Funkdienst (1) zugeordneten Leitereilen (20) in Strahlungskopplung stehen. Die Leitereile (3) sind durch Unterbrechungsstellen (10) in Segmente (4) unterteilt, de-

ren größte Abmessung (5) jeweils kleiner gewählt ist als 3/8 der Wellenlänge  $\lambda$  für den Frequenzbereich (6) dieses ersten Funkdienstes (1). Die Unterbrechungsstellen (10) sind zur Funktion der Kombinationsantennenanordnung durch verlustarme frequenzabhängige Reaktanzschaltungen (8) überbrückt, welche im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) eine hinreichend hochohmige Impedanz (7) und im Frequenzbereich (9) der weiteren Funkdienste (2) jeweils eine für den betroffenen Frequenzbereich (9) für die Funktion vorgegebene Impedanz (7) besitzen (Fig. 1).

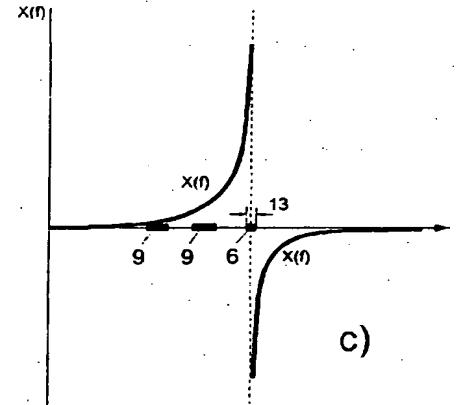
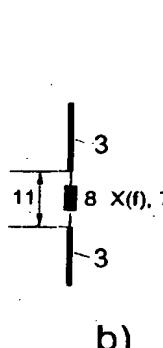
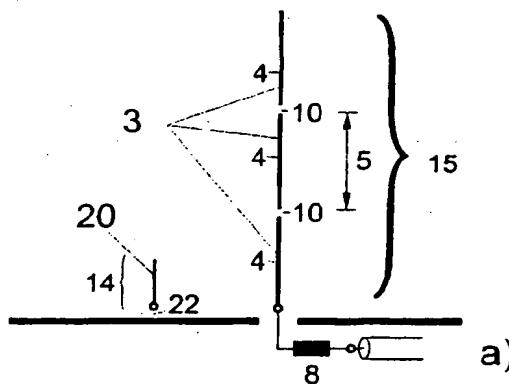


Fig. 1

EP 1 445 832 A2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kombinationsantennenanordnung für mindestens zwei Funkdienste für Fahrzeuge, von denen für den ersten Funkdienst in einem ihm zugeordneten Frequenzbereich an einer für ihn vorgesehenen Antennenanschlussstelle ein eng toleriertes Richtdiagramm gestaltet ist.

[0002] Aufgrund der knappen Bauräume besteht bei Fahrzeugantennen die wesentliche Anforderung nach Kleinheit und insbesondere danach, den Grundriss der Antenne zu minimieren. In der EP 0 837 521 B1 ist eine kombinierte Antennenform beschrieben, für die als Anwendungsbeispiel die Telefondienste des GSM-900 und des GSM-1800-Systems (Mobilfunksysteme des D-Netz und E-Netz) sowie das in den USA eingesetzte AMPS-System genannt sind. Neben diesen Telefonien soll ein Satellitenfunkdienst ermöglicht sein, wie z.B. das Global Positioning System (GPS) oder ein in Planung befindlicher bidirekionaler Satellitenfunkdienst mit niedrig fliegenden Satelliten (Leos).

[0003] Insbesondere für Satellitenfunkdienste als erster Funkdienst 1 ist die Kombination von Satellitenantennen und Antennen für andere Funkdienste 2 auf engem Raum aufgrund der Strahlungskopplung zwischen den Antennen und der damit verbundenen Verformung des Richtdiagramms der Satellitenantenne problematisch. Dies ist insbesondere durch das knapp bemessene Link-Budget begründet, welches bei drastischer Verformung des Richtdiagramms zum Abriss der Funkverbindung führen kann. Zum Beispiel wird für Satellitenantennen nach dem Standard des Satellitenrundfunks SDARS im Elevationswinkelbereich z.B. zwischen 25 bzw. 30 Grad und 60 bzw. 90 Grad ein Antennengewinn je nach Betreiber von konstant z.B. 2 dBi bzw. z.B. 3 dBi für zirkulare Polarisation streng gefordert. Diese Forderung besteht für eine auf einer im Zentrum einer ebenen leitenden Grundplatte aufgebauten Antenne. Diese Forderung ist nur dann einzuhalten, wenn die Abweichung von der idealen Strahlungscharakteristik in keinem Raumwinkel nicht mehr als ca 0.5 dB beträgt.

[0004] Somit ist das Richtdiagramm insbesondere im Hinblick von dem auf Fahrzeugen für Antennen bekannten Maßstab extrem eng toleriert. In der DE 101 08 910 ist z.B. die Bauform einer Antenne angegeben, welche die Einhaltung des eng tolerierten Richtdiagramms ermöglicht. Mit Antennen dieser Bauform lässt sich der im Bereich des Zenitwinkels geforderte Antennengewinn im allgemeinen problemfrei realisieren. Bei dieser Antenne ist der Empfang terrestrisch ausgestrahlter Signale nach dem SDARS-Standard mit einer Monopolantenne kombiniert, wodurch sich eine für die Anwendung auf Fahrzeugen vorteilhafte kleine Bauform der für den ersten Funkdienst 1 kombinierten Antenne ergibt. Eine enge Toleranzforderung ist entsprechend für den Aufbau auf einem Fahrzeug weitgehend aufrecht zu erhalten.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es

deshalb, Maßnahmen für die Gestaltung von im Nahfeld einer ersten Antenne für einen ersten Funkdienst mit eng toleriertem Antennenrichtdiagramm angebrachten bzw. mit dieser kombinierten Antenne für weitere Funkdienste anzugeben, welche die Nachteile der Verformung des Antennenrichtdiagramms der Antenne für den ersten Funkdienst vermeiden.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Kombinationsantennenanordnung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 sowie der Unteransprüche gelöst.

[0007] Der große Vorteil von erfindungsgemäßen Antennenanordnungen besteht in der Möglichkeit, Kombinationsantennen für mehrere Funkdienste für Fahrzeuge auf extrem kleinen Raum konzentrieren zu können, ohne dabei für den ersten Funkdienst mit besonders harten Forderungen bezüglich der Einhaltung eines Soll-Richtdiagramms unzulässige Diagrammverformungen in Kauf nehmen zu müssen.

[0008] So ist es z.B. möglich, durch eine erfindungsgemäße Antennenanordnung in einem Gehäuse mit den Abmessungen von etwa 12 mal 5 cm (entsprechend nur etwa  $1\lambda$  mal  $0.4\lambda$ , bezogen auf die Wellenlänge des SDARS-Dienstes) eine hochpräzise Antenne für SDARS (erster Funkdienst 1) mit 2 Kombinationsantennen für AMPS und PCS-Funktelefon (weitere Funkdienste 2) zu kombinieren, wobei die Antennen für diese weiteren Funkdienste nur einen Abstand von etwa  $0.3\lambda$ , bezogen auf die Wellenlänge des SDARS-Dienstes, 30 zum Zentrum der SDARS-Antenne aufweisen und außerdem noch eine Patchantenne für GPS ins Gehäuse integriert ist. Dieser Abstand von nur  $0.3\lambda$ , ist möglich, indem für die Höhe der Telefonstrahler nur 5 cm gewählt wurden und diese zweifach unterteilt wurden, wobei der maximale Abstand zwischen zwei Unterbrechungsstellen nur 2 cm entsprechend  $0.16\lambda$ , bezogen auf die Wellenlänge des SDARS-Dienstes, beträgt.

[0009] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen dargestellt und beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: a) Kombinationsantennenanordnung mit einer ersten Antenne 14 für den ersten Funkdienst und mit einer in Strahlungskopplung stehenden Antenne 15 für einen weiteren Funkdienst  
b) Detail der Unterbrechungsstelle  
c) Typischer Impedanz- bzw. Reaktanzverlauf der Reaktanzschaltung 8

Fig. 2: a) Auswirkung der Strahlungskopplung auf das Horizontaldiagramm des ersten Funkdienstes 1, wenn die Antenne 15 für den weiteren Funkdienst aus zwei übereinander angeordneten Antennenteilen von je  $\lambda/2$ , bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes, besteht, und der Abstand d zwischen den Antennen verändert wird.  
b) Wie Fig. 2a, aber mit erfindungsgemäßen

Unterteilungen der Antenne 15 im Abstand von  $3\lambda/8$ , bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes

c) Wie Fig. 2a, aber mit erfindungsgemäßen Unterteilungen der Antenne 15 im Abstand von  $\lambda/4$ , bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes

d) Wie Fig. 2a, aber mit erfindungsgemäßen Unterteilungen der Antenne 15 im Abstand von  $\lambda/8$ , bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes

e) Horizontaldiagramm der Antenne 14 des ersten Funkdienstes 1, wenn keine in Strahlungskopplung stehenden Leitereile 3 vorhanden sind. Dieses ideale Kreisdiagramm ist demzufolge das Bezugsdiagramm, an dem Veränderungen durch in Strahlungskopplung stehende Leitereile 3 zu bewerten sind

f) Horizontaldiagramm der Antenne 14 wie in Fig. 2e, wenn entsprechend Fig. 2a Leitereile von je  $\lambda/2$ , bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes, vorhanden sind. Der Abstand  $d/\lambda$  ist in Fig. 2f zu 0.5 gewählt

g) Horizontaldiagramm der Antenne 14 wie in Fig. 2e, wenn entsprechend Fig. 2c Leitereile von je  $\lambda/4$ , bezogen auf die Wellenlänge des ersten Funkdienstes, vorhanden sind. Der Abstand  $d/\lambda$  ist in Fig. 2f zu 0.5 gewählt. Die Veränderung des Diagramms ist im Vergleich zu Fig. 2e bereits sichtbar, die Veränderungen sind jedoch wesentlich geringer als bei Fig. 2f

Fig. 3: a) Erfindungsgemäße Ausführungsformen linearer Leitereile 17 mit Unterbrechungsstellen 10 und zwischengeschalteten Reaktanzschaltungen 8, hier als Parallelresonanzkreise 16 realisiert

b) Erfindungsgemäße Ausführungsformen flächiger Leitereile 18 mit Unterbrechungsstellen und zwischengeschalteten Reaktanzschaltungen 8, hier als Parallelresonanzkreise realisiert

c) Detail einer Realisierungsmöglichkeit der Parallelresonanzkreise 16 in gedruckter Technik zur kostengünstigen und präzisen Herstellung der Reaktanzschaltungen 8

Fig. 4: Beispiel einer erfindungsgemäßen Kombinationsantennenanordnung mit einer flächigen Antenne 15 für den weiteren Funkdienst 2

Fig. 5: Beispiel einer erfindungsgemäßen Kombinationsantennenanordnung mit zwei weiteren linearen Antennen mit Monopolcharakter

Fig. 6: a) Erforderliche Reaktanzverläufe  $X(f)$  und Realisierungsmöglichkeiten aus Schaltungen aus Blindelementen für den Fall, dass der erste Funkdienst 1 frequenzmäßig oberhalb des weiteren Funkdienstes 2 liegt

b) Erforderliche Reaktanzverläufe  $X(f)$  und Realisierungsmöglichkeiten aus Schaltungen aus Blindelementen für den Fall, dass der erste Funkdienst 1 frequenzmäßig unterhalb des weiteren Funkdienstes 2 liegt

c) Erforderliche Reaktanzverläufe  $X(f)$  und Realisierungsmöglichkeiten aus Schaltungen aus Blindelementen für den Fall, dass der erste Funkdienst 1 frequenzmäßig zwischen zwei weiteren Funkdiensten 2 liegt

d) Erforderliche Reaktanzverläufe  $X(f)$  und Realisierungsmöglichkeiten aus Schaltungen aus Blindelementen für den Fall, dass der erste Funkdienst 1 frequenzmäßig oberhalb der beiden weiteren Funkdienste 2 liegt

e) Erforderliche Reaktanzverläufe  $X(f)$  und Realisierungsmöglichkeiten aus Schaltungen aus Blindelementen für den Fall, dass der erste Funkdienst 1 frequenzmäßig unterhalb der beiden weiteren Funkdienste 2 liegt

Fig. 7: a) Beispiel einer erfindungsgemäßen Kombinationsantennenanordnung mit einer weiteren linearen Antenne 15 mit Monopolcharakter

b) Verlauf der Impedanzen bzw. Reaktanzen  $X1(f)$  und  $X2(f)$

c) Resultierender typischer Verlauf der Fußpunktsimpedanz  $Z(f)$  der Antenne 15

Fig. 8: a) Erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung mit rotationssymmetrischer SDARS-Antenne 14 und kombiniertem linearen Monopol 15 längs der Symmetrielinie sowie einer Dachkapazität, die radial unterbrochen ist

b) Erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung mit rotationssymmetrischer SDARS-Antenne 14 und kombiniertem linearen Monopol 15 längs der Symmetrielinie sowie einer Dachkapazität mit einer radialen Unterbrechungsstelle

c) Erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung mit rotationssymmetrischer SDARS-Antenne 14 und kombiniertem linearen Monopol 15 längs der Symmetrielinie und zwei Unterbrechungsstellen

d) Erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung ähnlich Fig. 8c, aber mit Dachkapazität

Fig. 9: Erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung mit einer weiteren stabförmigen Antenne 15 für den AM/FM-Empfang

[0010] Anhand der Fig. 1 u. 2 wird im Folgenden die

Problematik beschrieben und die Vorteile der Erfindung werden angegeben. Am Beispiel der in Fig. 1 dargestellten ersten Antenne 14 in Form einer  $\lambda/4$ -Antenne für den ersten Funkdienst 1 soll die Auswirkung der Strahlungskopplung mit einer weiteren Antenne 15 für einen weiteren Funkdienst 2 auf das Richtdiagramm des ersten Funkdienstes 1 in Abhängigkeit von der Unterteilung der weiteren Antenne 15 erläutert werden.

[0011] Zur Verringerung der Strahlungskopplung werden Segmente 4 durch Einführung von Unterbrechungsstellen 10 gestaltet. In Fig. 2a bis d sind die aufgrund der Präsenz der weiteren Antenne 15 erfolgte Diagrammverformung der Antenne 14 in dB dargestellt. Fig. 2a zeigt dabei den maximalen Einfluss einer insgesamt  $\lambda$ -langen Antenne, welche in zwei  $\lambda/2$ -lange Segmente 4 unterteilt ist. Für die Anwendung im Fahrzeug sind für den Fall einer SDARS-Antenne Abstände von  $0.5 < d/\lambda < 3$  von Interesse. Die damit einhergehenden Abweichungen zwischen  $+3,5\text{ dB}$  und  $-6,5\text{ dB}$  für  $d/\lambda = 0.5$  bzw. zwischen  $+1,5\text{ dB}$  und  $-2,5\text{ dB}$  für  $d/\lambda = 3$  sind für eine Anwendung einer eng tolerierten Antenne für den ersten Funkdienst 1 vollkommen ungeeignet.

[0012] Es ist das Verdienst und der große damit einhergehende Vorteil bei der vorliegenden Erfindung, für eine Unterteilung eine maximale Segmentlänge 5 von  $3\lambda/8$ , wie in Fig. 2b, zuzulassen, wodurch die entsprechende Verformung auf den Bereich zwischen  $+/-1,5\text{ dB}$  ( $d/\lambda = 0.5$ ) und  $+/-0,8\text{ dB}$  ( $d/\lambda = 3$ ) verkleinert ist. Mit wachsendem Aufwand an Unterteilungen, d.h. mit kürzer werdender Segmentlänge 5 nimmt die Verformung des Richtdiagramms nennenswert ab. Dies geht aus den Fig. 1c und 1d hervor, womit bei einer Segmentlänge von  $\lambda/4$  die entsprechende Verformung auf den Bereich zwischen  $+/-0,5\text{ dB}$  bzw.  $+/-0,2\text{ dB}$  bzw. bei einer Segmentlänge von  $\lambda/8$  auf maximal  $+/-0,2\text{ dB}$  verkleinert ist. Die Lehre für die vorliegende Erfindung besteht somit darin, die Segmentlänge 5 hinreichend klein zu wählen und für den Einsatz der weiteren Antenne 15 für die weiteren Funkdienste 2 die Unterbrechungsstellen 10, wie in Fig. 1b dargestellt, durch Reaktanzschaltungen 8 zu überbrücken, dergestalt, dass die zwischen den Unterbrechungsstellen 10 wirksame Impedanz hinreichend groß ist.

[0013] Die Fig. 2e, f und g zeigen die typischen Auswirkung auf Richtdiagramme der Antenne 14 für den ersten Funkdienst 1. In allen drei Fällen sind die besonders empfindlich reagierenden Horizontaldiagramme für vertikale Polarisation dargestellt und die Antennen sind auf einer unendlich ausgedehnten leiten Fläche angeordnet. Fig. 2e gibt das kreisrunde winkelunabhängige Diagramm der Antenne 14 bei Abwesenheit von Leiterteilen 3 der weiteren Funkdienste wieder. Dieses Diagramm ist demzufolge das Bezugsdigramm für die Abweichungen, die sich bei Anwesenheit von Leiterteilen 3 der weiteren Funkdienste ergeben.

[0014] Fig. 2f bezieht sich auf die Kombinationsantennenanordnung nach Fig. 2a, also für eine nicht erfindungsgemäße Ausführung der weiteren Antenne 15,

für einen Abstand  $d/\lambda=0,5$ . Die Diagrammverformung ist zweifelsfrei unzulässig groß. Im Gegensatz dazu weist das Diagramm nach Fig. 2g nur vergleichsweise geringe Veränderungen gegenüber Fig. 2e auf. Fig. 2g bezieht sich auf die erfindungsgemäße Anordnung nach Fig. 2c und gilt wieder für einen Abstand  $d/\lambda=0,5$ . Entsprechend der Lehre der Erfindung können die Einflüsse weiter reduziert werden, wenn entweder bei gleich bleibender Unterteilung der Leiterteile 3 der Abstand  $d/\lambda$  vergrößert wird oder indem die weitere Antenne 15 häufiger unterteilt wird, also durch eine Verkleinerung der maximalen Abmessungen 5 der Segmente 4.

[0015] Im allgemeisten Fall ist für die Reaktanzschaltungen 8 gefordert, dass der Frequenzverlauf der Reaktanzschaltungen 8 wie in Fig. 1c gestaltet ist und eine Polstelle im Frequenzbereich 6 des ersten Funkdienstes 1 besitzt und über die Frequenzbandbreite 13 des Bereichs betragsmäßig hinreichend groß ist und die Reaktanz X in den Frequenzbereichen 9 der weiteren Funkdienste 2 hinreichend klein ist. Für die erforderlichen Werte für die Reaktanz 8 innerhalb des Frequenzbereichs 6 zeigt sich, dass z.B. für in  $\lambda/4$  lange Segmente unterteilte Leiterteile 3 des weiteren Funkdienstes Betragswerte von etwa  $1\text{ k}\Omega$  nicht unterschritten werden dürfen, wobei auch die kapazitiven Effekte zwischen zwei benachbarten Segmenten mit berücksichtigt werden müssen.

[0016] In Fig. 3b sind die Segmente der erfindungsgemäßen weiteren Antenne 15 flächig gestaltet und deren maximale Abmessung 5 ebenso kleiner als  $3\lambda/8$  zu wählen. Hierbei sind die Breiten 11 der Unterbrechungsstellen 10 im Vergleich zur maximalen Abmessung 5 klein zu wählen und die Reaktanzschaltungen 8 sind derart zu gestalten, dass die zwischen den Unterbrechungsstellen 10 wirksamen Impedanzen 7 im Frequenzbereich 6 des ersten Funkdienstes im Wesentlichen das Frequenzverhalten eines Parallelresonanzkreises 16 besitzen. Die Gestaltung solcher flächigen Segmente kann vorzugsweise in gedruckter Schaltung unter Einbeziehung der Parallelresonanzkreise 16, wie durch die Struktur in Fig. 3c, realisiert werden. Fig. 3c zeigt daher eine besonders preisgünstig, zuverlässig und mit geringen Fertigungsstreuungen herstellbare gedruckte Ausführung eines Parallelresonanzkreises 16 für eine erfindungsgemäße Kombinationsantennenanordnung. Fig. 3a zeigt eine elektrisch gleichwertige Annäherung an die Gesamtfläche nach Fig. 3b durch lineare Strukturen 17.

[0017] In Fig. 4 ist eine weitere Antenne 15 für einen weiteren Funkdienst 2 im Nahfeld einer ersten Antenne 14 für einen ersten Funkdienst 1 mit eng toleriertem Antennenrichtdiagramm platziert. Als Beispiel ist im Bild eine erste Antenne 14 als eine Antenne dargestellt, wie sie in der DE 101 08 910 angegeben ist. Als weitere Antenne 15 ist eine Antenne, wie sie als Inverted-F bekannt ist, dargestellt. Zur Einhaltung der strengen Toleranzvorschriften des Richtdiagramms für die erste Antenne 14 sind die flächigen Elemente der weiteren An-

tenne 15 nach den im Zusammenhang mit der Fig. 3b angegebenen Regeln unterteilt.

[0018] In Fig. 5 ist die Situation einer ersten Antenne 14 in Verbindung mit in deren Nahfeld angebrachten, als lineare Antennen ausgeführten weiteren Antennen 15 dargestellt. Die weiteren Antennen 15 sind für Funkdienste wie AMPS, GSM 900, PCS, GSM 1800 bzw. UMTS vorgesehen. Mit einer Satellitenrundfunkantenne als erste Antenne 14 ist das Richtdiagramm dieser Antenne durch die Präsenz der weiteren Antenne 15 ohne die vorgeschlagenen Maßnahmen nicht tolerierbar. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sind deshalb Parallelresonanzkreise 16 in die als Monopole ausgeführten weiteren Antennen 15 eingebbracht. Um Resonanzströme in den Leiterteilen der weiteren Antennen 15 zu vermeiden, sind auch die Anschlüsse an diese durch die im unteren Teil der Strahler angebrachten Parallelresonanzkreise 16 abgetrennt.

[0019] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Reaktanzschaltung 8 jeweils derart gestaltet, dass sie bei einer Frequenz  $f_2$  im Frequenzbereich 9 eines weiteren Funkdienstes 2 eine Nullstelle und im Frequenzbereich 6 des ersten Funkdienstes 1 einen Pol besitzen, so dass über die Frequenzbandbreite 21 eines weiteren Funkdienstes 2 eine hinreichend niederohmige Impedanz 7 und über die Frequenzbandbreite 13 des ersten Funkdienstes 1 eine hinreichend hochohmige Impedanz gegeben ist.

[0020] In Fig. 6a sind zwei mögliche Realisierungsformen von Reaktanzschaltungen angegeben für den Fall, dass der Frequenzbereich 6 des ersten Funkdienstes 1 in der Frequenz höher liegt als der Frequenzbereich 9 des weiteren Funkdienstes 2. In Fig. 6b sind entsprechende Realisierungsformen für die Reaktanzschaltungen 8 angegeben für den Fall, dass der Frequenzbereich 9 höher liegt als der Frequenzbereich 6.

[0021] In Fig. 6c sind Realisierungsformen für Reaktanzschaltungen 8 angegeben, wenn weitere Funkdienste 2 vorhanden sind, wobei der Frequenzbereich 6 des ersten Funkdienstes in seiner Frequenz zwischen den beiden Frequenzbereichen der weiteren Funkdienste 2 liegt. Fig. 6d zeigt schließlich Realisierungsformen für die Reaktanzschaltungen 8, wenn zwei Frequenzbereiche 9 der weiteren Funkdienste 2 gegeben sind, welche in der Frequenz niedriger oder, wie in Fig. 6e, in der Frequenz höher liegen als der Frequenzbereich 6 des ersten Funkdienstes 1.

[0022] In Fig. 7a ist eine lineare Antenne für die Telefonfunkdienste AMPS und PCS im Nahfeld einer Antenne nach dem SDARS-Standard platziert. Die Unterbrechungsstellen 10 der weiteren Antenne 15 sind mit jeweils einem Parallelresonanzkreis 16 beschaltet, deren Blindwiderstandsverläufe in Abhängigkeit von der Frequenz in Fig. 7b dargestellt sind. Bei der Frequenz  $f_1$  im Frequenzbereich 6 des ersten Funkdienstes 1 bildet die Impedanz  $X_1(f)$  am unteren Ende des Monopols einen

Pol und ist über die Frequenzbandbreite 13 des ersten Funkdienstes 1 hinreichend hochohmig, um das Richtdiagramm der ersten Antenne 14 praktisch nicht zu beeinträchtigen, ist jedoch derart gewählt, dass sie in den angegebenen Frequenzbereichen von PCS und AMPS hinreichend niedrig ist. Auf ähnliche Weise ist die Reaktanz  $X_2(f)$  an der Unterbrechungsstellen 10 im oberen Drittel der weiteren Antenne 15 gestaltet und bewirkt aufgrund ihrer Hochohmigkeit eine Abschaltung des

oberen Teils im Frequenzbereich PCS bei voller Wirksamkeit im Frequenzbereich von AMPS. Der in Fig. 7c dargestellte Impedanzverlauf  $Z(f)$  im Fußpunkt der weiteren Antenne 15 zeigt die erreichte Anpassung in beiden Telefonfunkdiensten.

[0023] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Kombinationsantennenanordnung als eine erste Antenne 14 für den Satellitenrundfunkempfang nach dem SDARS-Standard als ersten Funkdienst 1 und für weitere Antennen 15 nach dem

AMPS-, und PCS-Standard als weitere Funkdienste 2a und 2b gestaltet. Hierbei ist die erste Antenne 14 nach dem SDARS-Standard als eine Antenne auf einer im Wesentlichen horizontalen leitenden Fläche in Bezug auf ihre senkrechte Mittellinie rotationssymmetrisch gestaltet. Wie in der DE 101 08 910 beschrieben, ist in ihrer Mittellinie ein vertikaler kombinierter Monopol für den AMPS-Standard und den PCS-Standard eingebracht.

Dieser wird in geeigneten gewählten Unterbrechungsstellen 10, wie in Fig. 8c oder Fig. 8d, mit einer geeigneten Reaktanzschaltung 8 beschaltet. In Fig. 8a, Fig. 8b sowie Fig. 8d ist der Monopol mit einer Dachkapazität belastet, welche zur Vermeidung von Verformungen des Richtdiagramms für den SDARS-Dienst mit radialen Unterbrechungsstellen 10 in Fig. 8a für kleine Durchmesser der kreisrunden Dachplatte versehen ist und in Fig. 8b zusätzlich kreisrunde Unterbrechungsstellen 10 mit Reaktanzschaltungen 8 eingebracht sind.

[0024] In einer weiteren vorteilhaften Anwendung der Erfindung ist im Nahfeld der ersten Antenne 14 für den ersten Funkdienst 1, z.B. einer SDARS-Antenne, wie in Fig. 9 eine auf einen stabförmigen Kunststoffträger angebrachte AM/FM-Antenne gestaltet. Die Länge einer derartigen Antenne ist in der Regel zwischen 0,4m und 0,9m gewählt. In Anwendung der Erfindung ist die AM/FM-Monopolantenne aus einem im Wesentlichen drahtförmigen Leiter 25 gebildet. Um die Hochohmigkeit der Antenne für den Frequenzbereich 6 des ersten Funkdienstes 1 herzustellen, wird dieser in den notwendigen Abständen in vorteilhafter Weise mit Spulen 24 versehen.

Diese können aus demselben Draht durch enges Wickeln bzw. durch eine Mäanderstruktur gestaltet werden derart, dass die dadurch entstandene Wicklungskapazität mit der Spule einen Parallelresonanzkreis 16 bildet. In einer weiteren möglichen Ausbildung ist der Draht als eine im Wesentlichen über die Länge des stabförmigen Kunststoffträgers 26 kontinuierlich gewickelte Drahtspule ausgeführt, welche eine für den Frequenzbereich 6 des ersten Funkdienstes 1 hinreichend hoch-

ohmige Struktur bildet.

**Kombiantennenanordnung für mehrere Funkdienste für Fahrzeuge**

**Liste der Bezeichnungen**

[0025]

erster Funkdienst 1	10
weitere Funkdienste 2	
Leitereile des weiteren Funkdienstes 3	
Segmente 4	15
Maximale Abmessung der Segmente 5	
Frequenzbereich 6 des ersten Funkdienstes 1	
Impedanz 7	
Reaktanzschaltung 8	
Frequenzbereiche 9 der weiteren Funkdienste 2	
Unterbrechungsstellen 10	20
Breite der Unterbrechungsstelle 11	
Frequenzbandbreite des ersten Funkdienstes 13	
erste Antenne 14	
weitere Antenne 15	
Parallelresonanzkreis 16	25
Lineare Leitereile 17	
Flächige Leitereile 18	
Leitereile 20 des ersten Funkdienstes 1	
Frequenzbandbreite 21 eines weiteren Funkdienstes 2	
Antennenanschlussstelle 22	30
AM/FM-Monopolantenne 23	
Spiral- oder mäanderförmige Spule 24	
Drahtförmiger Leiter 25	35

**Patentansprüche**

1. Kombinationsantennenanordnung für mindestens zwei Funkdienste, von denen für den ersten Funkdienst in einem ihm zugeordneten Frequenzbereich an einer für ihn vorgesehenen Antennenanschlussstelle (22) ein eng toleriertes Richtdiagramm gestaltet ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
Leitereile (3) vorhanden sind, welche nur für die Funktion der weiteren Funkdienste (2) vorgesehen sind und diese mit den dem ersten Funkdienst (1) zugeordneten Leitereilen (20) in Strahlungskopplung stehen und die Leitereile (3) durch Unterbrechungsstellen (10) in Segmente (4) unterteilt sind, deren größte Abmessung (5) jeweils kleiner gewählt ist als  $3/8$  der Wellenlänge  $\lambda$  für den Frequenzbereich (6) dieses ersten Funkdienstes (1) und die Unterbrechungsstellen (10) zur Funktion der Kombinationsantennenanordnung durch verlustarme frequenzabhängige Reaktanzschaltungen (8) überbrückt sind, welche im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) eine hinreichend hochohmige Impedanz (7) und im Frequenzbereich (9) der weiteren Funkdienste (2) jeweils eine für den betroffenen Frequenzbereich (9) für die Funktion vorgegebene Impedanz (7) besitzen (Fig. 1a, b, c).

chend hochohmige Impedanz (7) und im Frequenzbereich (9) der weiteren Funkdienste (2) jeweils eine für den betroffenen Frequenzbereich (9) für die Funktion vorgegebene Impedanz (7) besitzen (Fig. 1a, b, c).

2. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
dass die Abmessungen (5) der Segmente (4) hinreichend klein gewählt sind, um die engen vorgegebenen Toleranzen des Richtdiagramms für den ersten Funkdienst (1) nicht zu überschreiten (Fig. 1a, b, c und Fig. 2a bis 2g).
3. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 1 und 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
Segmente (4), welche mit außerhalb des Strahlungsfelds der Antenne befindlichen Antennenteilen verbunden sind, über Zwischenschaltung einer geeigneten Reaktanzschaltung (8) angeschlossen sind derart, dass für den anzuschließenden Punkt des Segments (4) im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) eine hinreichend hochohmige Impedanz (7) und in den Frequenzbereichen (9) der weiteren Funkdienste (2) eine hinreichend niedrigohmige Impedanz (7) vorliegt (Fig. 1a).
4. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 1 bis 3  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Leitereile (3) lineare Teile der Kombinationsantennenanordnung sind, die Breite (11) der Unterbrechungsstellen (10) klein gewählt ist im Vergleich zur Abmessung (5) der Segmente (4) und die Reaktanzschaltungen (8) derart gestaltet sind, dass ihre Impedanz (7) im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) im Wesentlichen das Frequenzverhalten eines Parallelresonanzkreises (16) besitzt (Fig. 1a, b, c).
5. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Leitereile (3) flächige Teile der Kombinationsantennenanordnung sind, die Breite (11) der Unterbrechungsstellen (10) klein gewählt ist im Vergleich zur maximalen Abmessung (5) der Segmente (4) und die Reaktanzschaltungen (8) derart gestaltet sind, dass die zwischen den Unterbrechungsstellen (10) wirksame Impedanz (7) im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) im Wesentlichen das Frequenzverhalten eines Parallelresonanzkreises (16) besitzt (Fig. 3a, b, c und Fig. 4).
6. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 4 für einen ersten Funkdienst (1) mit der Frequenz-

bandbreite (13) und mehreren weiteren Funkdiensten (2),  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 für den ersten Funkdienst (1) mit der Frequenzbandbreite (13) eine gesonderte erste Antenne (14) vorhanden ist, in deren Nahfeld eine oder mehrere weitere lineare Antennen (15) mit Monopolcharakter für die weiteren Funkdienste (2) angeordnet sind und die Reaktanzschaltungen (8) als Parallelresonanzkreise (16) ausgeführt sind, deren Resonanzfrequenz etwa auf die Mittenfrequenz des Frequenzbereichs (6) des ersten Funkdienstes (1) abgestimmt sind und deren Blindelemente so gewählt sind, dass die zwischen den Unterbrechungsstellen (10) wirksame Impedanz (7) jeweils über die Frequenzbandbreite (13) hinreichend groß ist um die engen vorgegebenen Toleranzen des Richtdiagramms nicht zu überschreiten (Fig.5). 5

7. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 5 für einen ersten Funkdienst (1) mit der Frequenzbandbreite (13) und mehreren weiteren Funkdiensten (2),  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 für den ersten Funkdienst (1) mit der Frequenzbandbreite (13) eine gesonderte erste Antenne (14) vorhanden ist, in deren Nahfeld eine aus flächigen Leitern ausgeführte Antenne (15) für die weiteren Funkdienste (2) angeordnet ist und die Reaktanzschaltungen (8) zwischen den Segmenten als Parallelresonanzkreise (16) ausgeführt sind, deren Resonanzfrequenz etwa auf die Mittenfrequenz des Frequenzbereichs (6) des ersten Funkdienstes (1) abgestimmt sind und deren Blindelemente so gewählt sind, dass deren Impedanz (7) unter Einbeziehung der zwischen den Rändern der Unterbrechungsstellen wirksamen Kapazität jeweils über die Frequenzbandbreite (13) hinreichend groß ist, um die engen vorgegebenen Toleranzen des Richtdiagramms nicht zu überschreiten (Fig. 4). 10

8. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 4 für einen ersten Funkdienst (1) im Frequenzbereich (6) und der Mittenfrequenz  $f_1$  und einen weiteren Funkdienst (2) mit dem Frequenzbereich (9) und der Mittenfrequenz  $f_2$ ,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Reaktanzschaltung (8) aus 3 Blindelementen derart gestaltet ist, dass der Blindwiderstand der Reaktanzschaltung (8) im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) einen Pol und im Frequenzbereich (9) des weiteren Funkdienstes (2) eine Nullstelle besitzt und der Blindwiderstand im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) betragsmäßig hinreichend groß und im Frequenzbereich (9) des weiteren Funkdienstes (2) hinreichend klein ist (Fig. 6a, b). 15

9. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 4 für einen ersten Funkdienst (1) im Frequenzbereich (6) und der Mittenfrequenz  $f_1$  und einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b) mit einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Frequenzbereich (9a, 9b) und den Mittenfrequenzen  $f_{2a}$ ,  $f_{2b}$  und der Maßgabe, dass gilt:  

$$f_{2a} < f_1 < f_{2b}$$

10. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 5 für einen ersten Funkdienst (1) im Frequenzbereich (6) und der Mittenfrequenz  $f_1$  und einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b) jeweils eine Nullstelle besitzt und der Blindwiderstand im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) betragsmäßig hinreichend groß und in den Frequenzbereichen (9a, 9b) der weiteren Funkdienste (2a, 2b) hinreichend klein ist (Fig. 6c). 20

11. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 4 für einen ersten Funkdienst (1) im Frequenzbereich (6) und der Mittenfrequenz  $f_1$  und einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b) mit dem ersten Frequenzbereich (9a) des ersten weiteren Funkdienstes (2a) und dem zweiten Frequenzbereich (9b) des zweiten weiteren Funkdienstes (2b) und den Mittenfrequenzen  $f_{2a}$ ,  $f_{2b}$  und der Maßgabe, dass  $f_{2a}$  und  $f_{2b}$  beide größer oder beide kleiner sind als  $f_1$ ,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Reaktanzschaltung (8) aus 5 Blindelementen derart gestaltet ist, dass der Blindwiderstand der Reaktanzschaltung (8) im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) einen Pol und in den Frequenzbereichen (9a, 9b) der weiteren Funkdienste (2a, 2b) jeweils eine Nullstelle besitzt und zwischen dem ersten und dem zweiten Frequenzbereich (9a, 9b) des ersten weiteren und des zweiten weiteren Funkdienstes (2a, 2b) eine Polstelle gestaltet ist, deren Frequenz und die Blindelemente derart gewählt sind, dass der Blindwiderstand im Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) betragsmäßig hinreichend groß und in den Frequenzbereichen (9a, 9b) der weiteren Funkdienste (2a, 2b) hinreichend klein ist (Fig. 6d, e). 25

12. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 6 und 7 für eine erste Antenne (14) für den Satellitenrundfunkempfang nach dem SDARS-Standard als erstem Funkdienst (1) und für weitere Antennen (15) nach dem AMPS-, und PCS- Standard als einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b). 30

13. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 6 und 7 für eine erste Antenne (14) für den Satellitenrundfunkempfang nach dem SDARS-Standard als erstem Funkdienst (1) und für weitere Antennen (15) nach dem AMPS-, und PCS- Standard als einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b). 35

14. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 6 und 7 für eine erste Antenne (14) für den Satellitenrundfunkempfang nach dem SDARS-Standard als erstem Funkdienst (1) und für weitere Antennen (15) nach dem AMPS-, und PCS- Standard als einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b). 40

15. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 6 und 7 für eine erste Antenne (14) für den Satellitenrundfunkempfang nach dem SDARS-Standard als erstem Funkdienst (1) und für weitere Antennen (15) nach dem AMPS-, und PCS- Standard als einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b). 45

16. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 6 und 7 für eine erste Antenne (14) für den Satellitenrundfunkempfang nach dem SDARS-Standard als erstem Funkdienst (1) und für weitere Antennen (15) nach dem AMPS-, und PCS- Standard als einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b). 50

17. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 6 und 7 für eine erste Antenne (14) für den Satellitenrundfunkempfang nach dem SDARS-Standard als erstem Funkdienst (1) und für weitere Antennen (15) nach dem AMPS-, und PCS- Standard als einem ersten weiteren und einem zweiten weiteren Funkdienst (2a, 2b). 55

**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 eine weitere Antenne (15) für den ersten weiteren und den zweiten weiteren Funkdienst (2a,2b) als kombinierte Antenne mit dem Charakter eines vertikalen am unteren Ende gespeisten Monopols mit Dachkapazität über leitender Fläche gestaltet ist, in welchem zwei Unterbrechungsstellen (10) vorhanden sind, von denen die erste in der Nähe des unteren Endes des Monopols und die zweite in etwa 2/3 der Höhe des Monopols gebildet ist und die Reaktanzschaltung (8) an beiden Unterbrechungsstellen (10) als Parallelresonanzkreis (16) mit einer Resonanzfrequenz etwa bei der Mittenfrequenz  $f_1$  des Frequenzbereichs (6) des ersten Funkdienstes (1) ausgeführt ist und die Induktivität des Parallelresonanzkreises (16) an der unteren Unterbrechungsstelle (10) für den Frequenzbereich des ersten weiteren Funkdienstes (2a) im AMPS-Frequenzbereich hinreichend klein gewählt ist und die Induktivität des Parallelresonanzkreises an der oberen Unterbrechungsstelle (10) für den Frequenzbereich des zweiten weiteren Funkdienstes (2b) im PCS-Frequenzbereich größer gewählt ist, derart, dass der obere Teil der Antenne im niedrigeren AMPS-Frequenzbereich wirksam ist, jedoch im höheren Frequenzen PCS-Bereich im Wesentlichen wirkungslos ist (Fig. 7a, b, c).  
 5

**12. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 für eine erste Antenne (14) für den Satellitenrundfunkempfang nach dem SDARS-Standard als ersten Funkdienst (1) und für weitere Antennen (15) nach dem AMPS-, und PCS-Standard als weitere Funkdienste (2a,2b)**  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die erste Antenne (14) nach dem SDARS-Standard als ersten Funkdienst (1) als eine Antenne auf einer im Wesentlichen horizontalen leitenden Fläche in Bezug auf ihre senkrechte Mittellinie rotationssymmetrisch gestaltet ist und in dieser Mittellinie ein vertikaler kombinierter Monopol für den AMPS-Standard als einen ersten weiteren Funkdienst (2a) und den PCS-Standard als einen zweiten weiteren Funkdienst (2b) gestaltet ist und in den Monopol Unterbrechungsstellen (10) mit geeigneten Reaktanzschaltungen (8) eingebracht sind (Fig. 8a, c).  
 10

**13. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,**  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 der Monopol mit Dachkapazität ausgebildet ist und in der Nähe des oberen Endes des Monopols eine Unterbrechungsstelle (10) mit einer Reaktanzschaltung (8) zur selektiven Abtrennung des Monopols im SDARS-Frequenzbereich gegeben ist (Fig. 7a, Fig. 8d).  
 15

**14. Kombinationsantennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4.**  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Dachkapazität im Wesentlichen rotationssymmetrisch zum Monopol gestaltet ist und Unterbrechungsstellen (10) als radial geführte Schlitze ausgeführt sind, deren Schlitzbreite hinreichend groß gewählt sind, damit die durch die Ränder der Schlitze gegebene Impedanz (7) für die SDARS-Frequenz hinreichend groß ist (Fig. 8a, b).  
 20

**15. Kombinationsantennenanordnung nach Anspruch 13,**  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 im Nahfeld der ersten Antenne (14) für den ersten Funkdienst (1) eine auf einen stabförmigen Kunststoffträger mit einer für den AM/FM-Empfang notwendigen Länge aufgebrachte AM/FM-Monopole Antenne vorhanden ist, deren Antennenelement aus einem im Wesentlichen drahtförmigen Leiter (25) gebildet ist, welcher in den notwendigen Abständen voneinander zu spiral- oder mäanderförmigen Spulen (24) ausgeformt ist und die Spulen (24) derart gestaltet sind, dass durch ihre Induktivität zusammen mit ihrer Eigenkapazität geeignete Parallelresonanzkreise (16) gegeben sind bzw. der Draht derart gestaltet ist, dass durch eine im Wesentlichen über die Länge des stabförmigen Kunststoffträgers kontinuierliche Ausführung der Drahtspule eine für den Frequenzbereich (6) des ersten Funkdienstes (1) hinreichend hochohmige Struktur gegeben ist (Fig. 9).  
 25

**30**

**35**

**40**

**45**

**50**

**55**

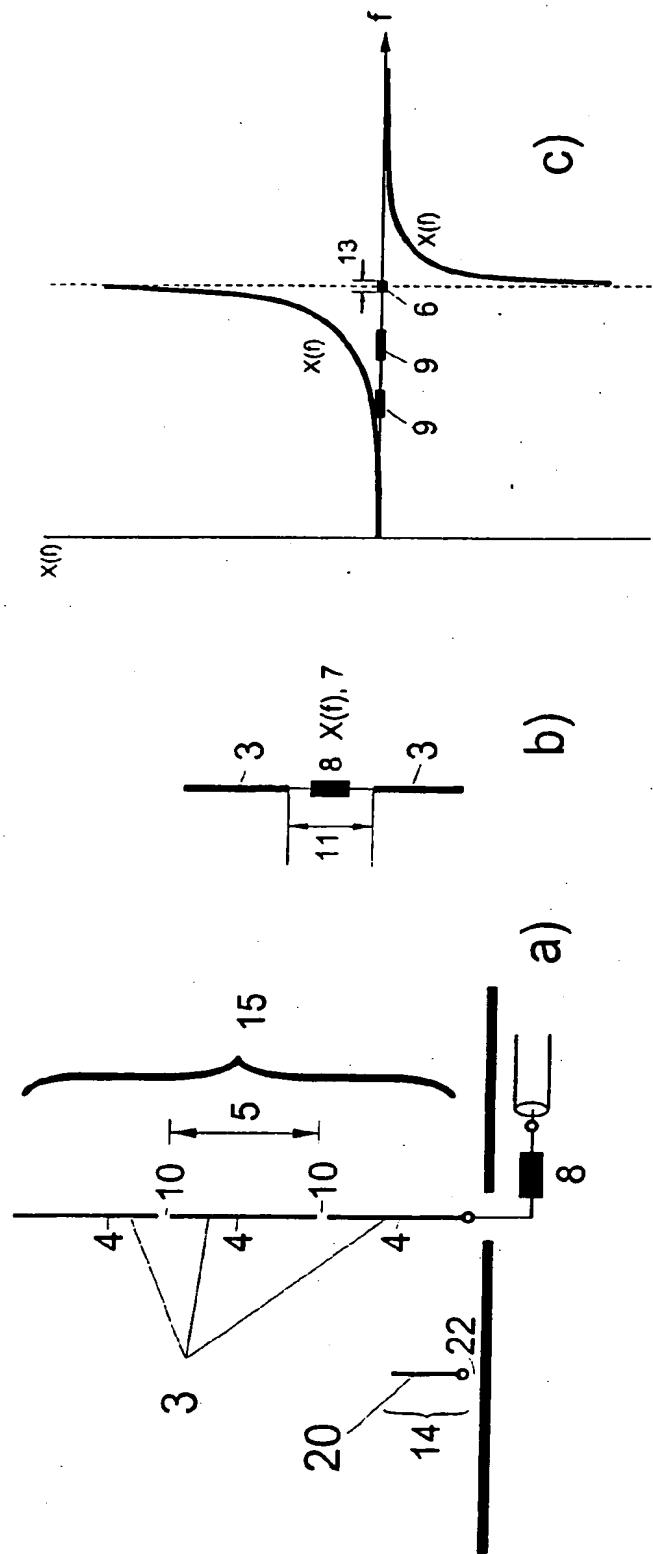


Fig. 1

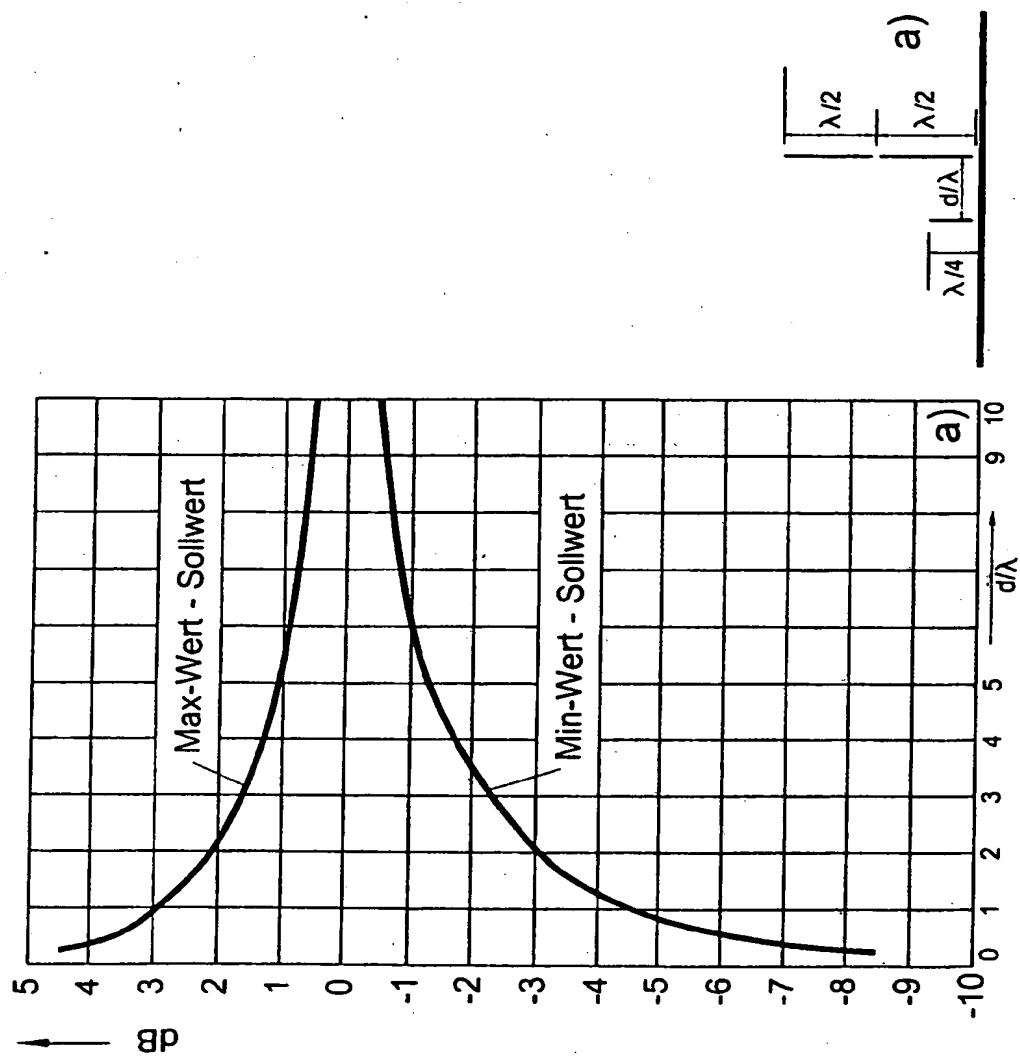


Fig. 2a

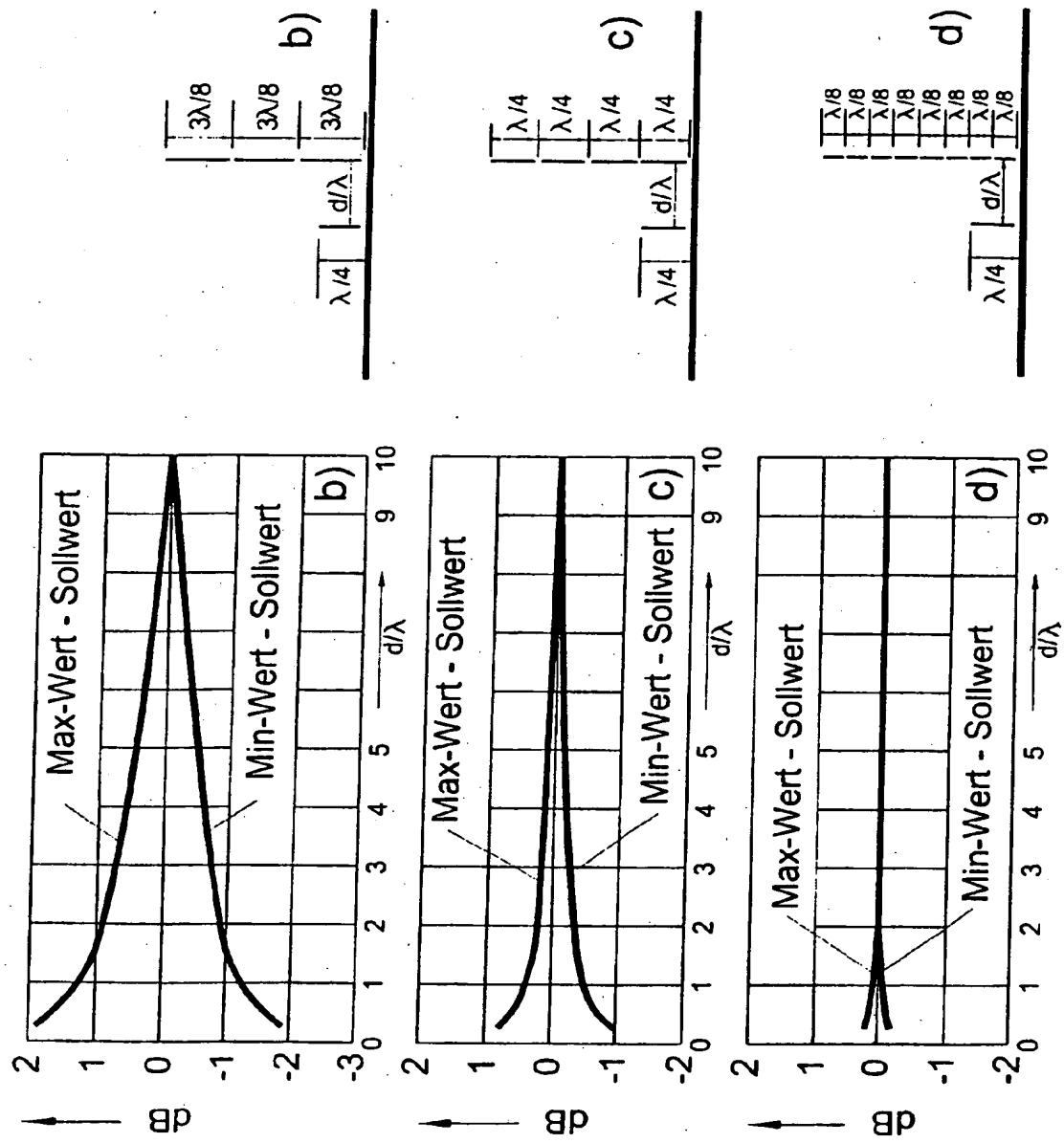


Fig. 2b, c, d

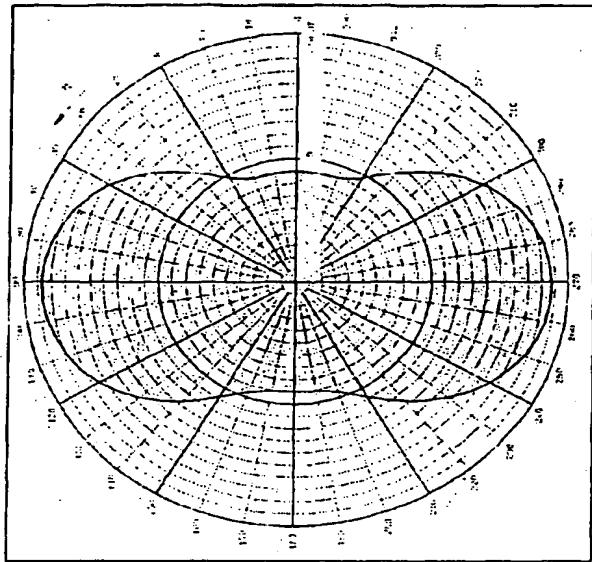


Fig.2f

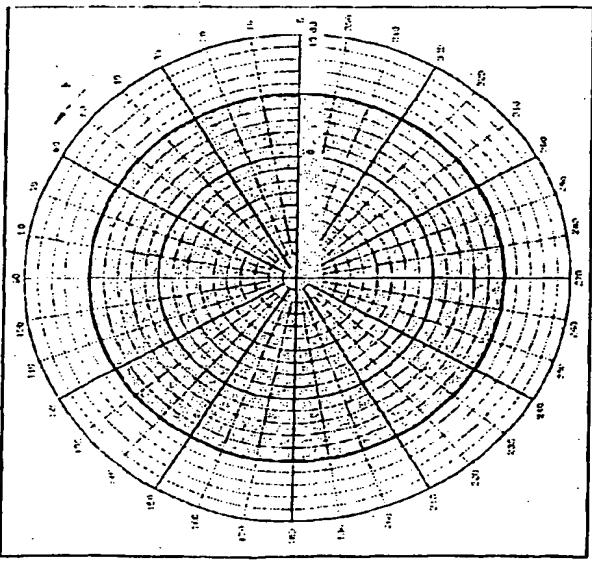


Fig.2e

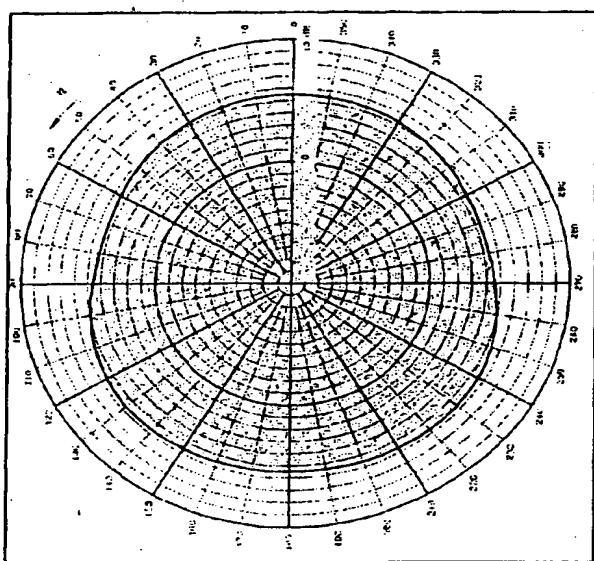


Fig. 2g

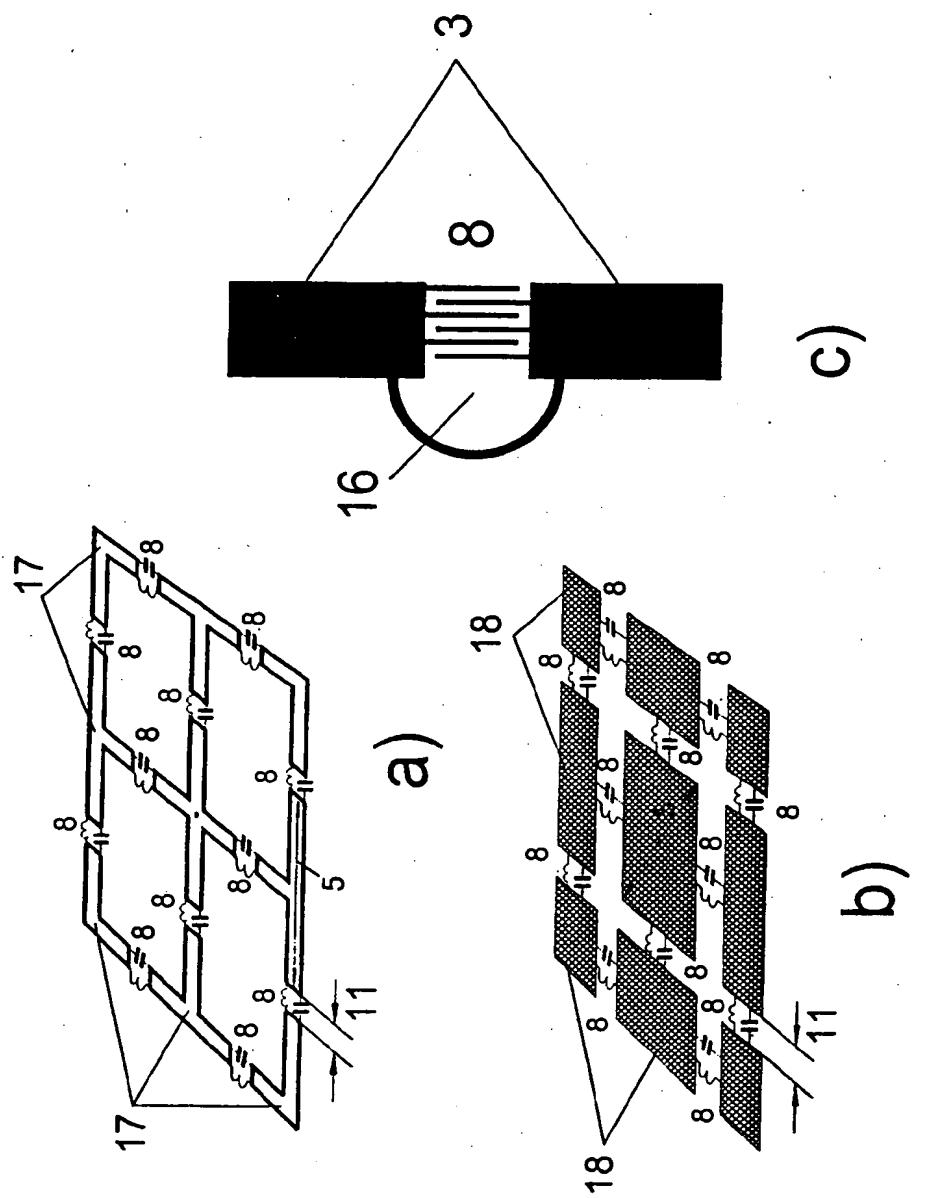


Fig. 3

Fig.4

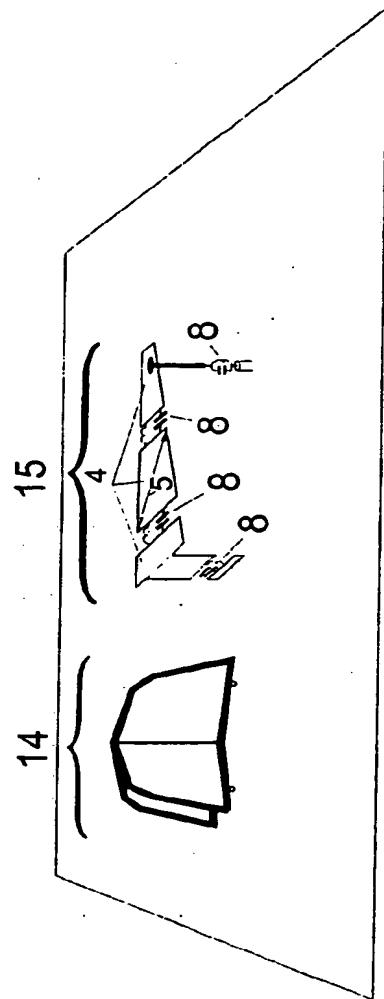
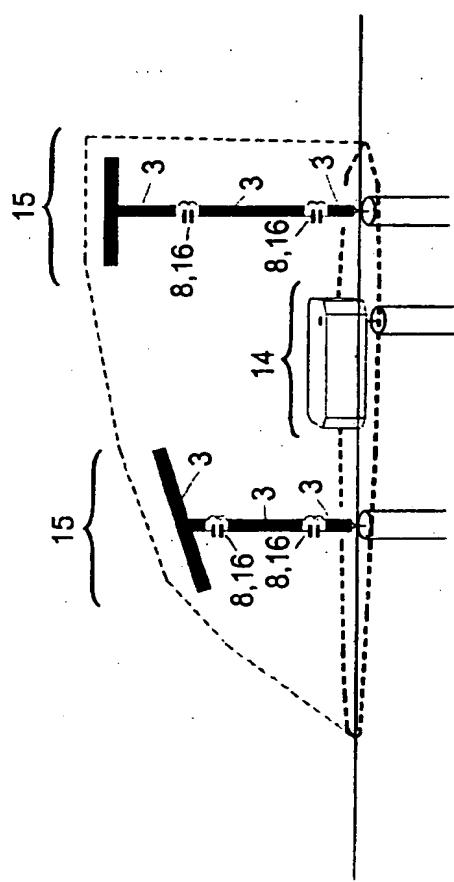


Fig.5



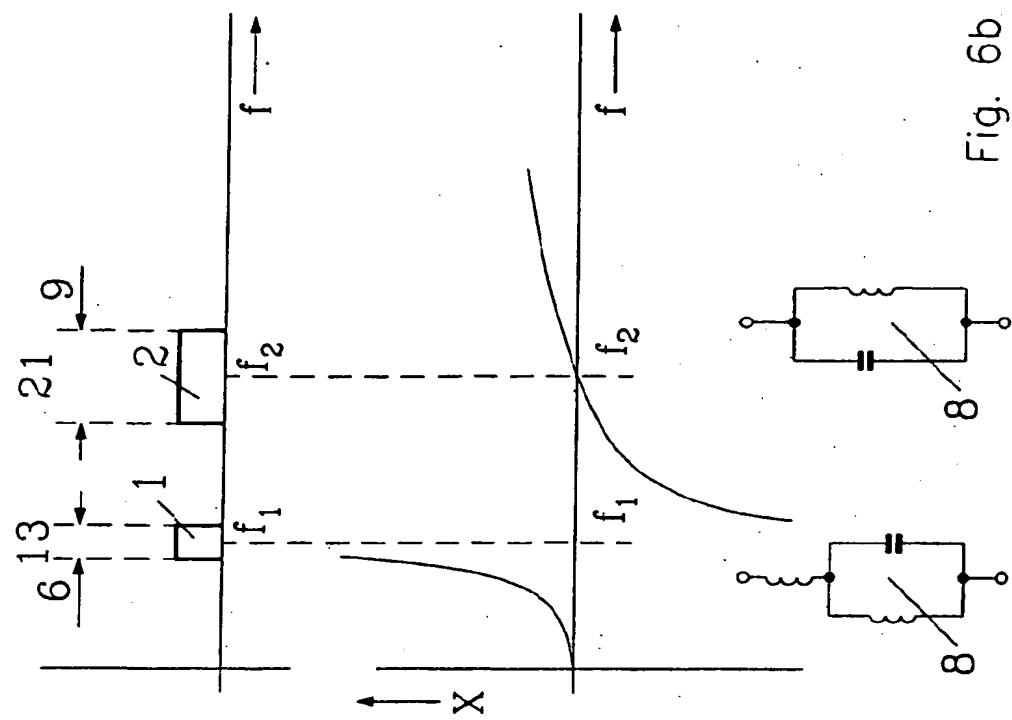


Fig. 6b

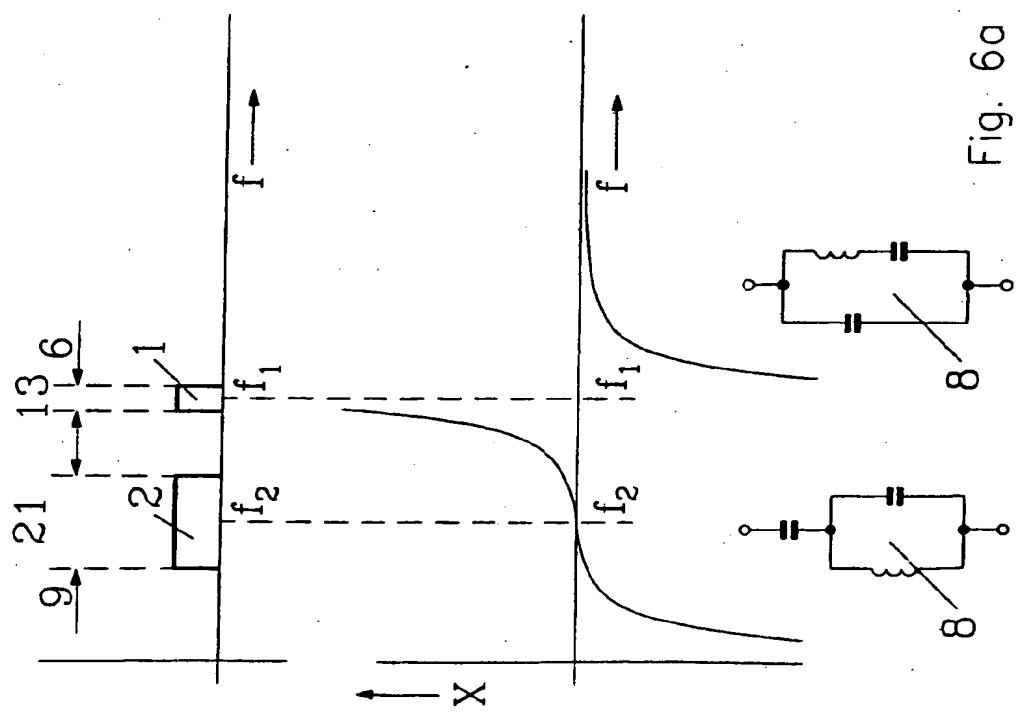


Fig. 6a

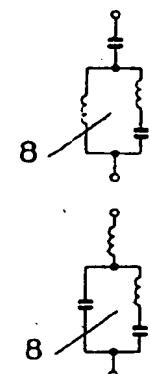
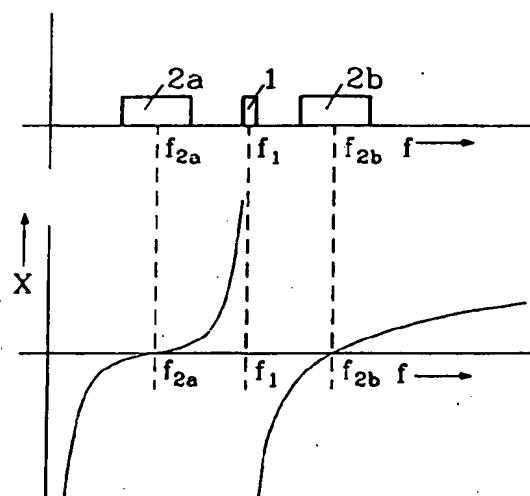


Fig. 6c

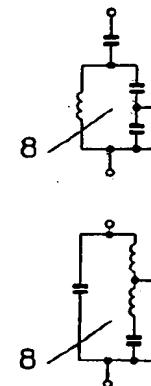
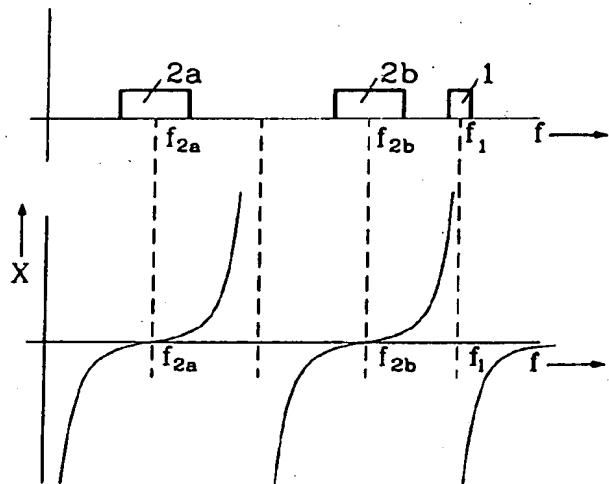


Fig. 6d

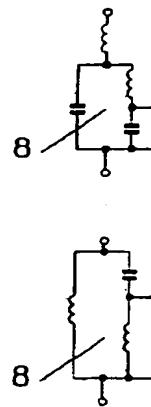
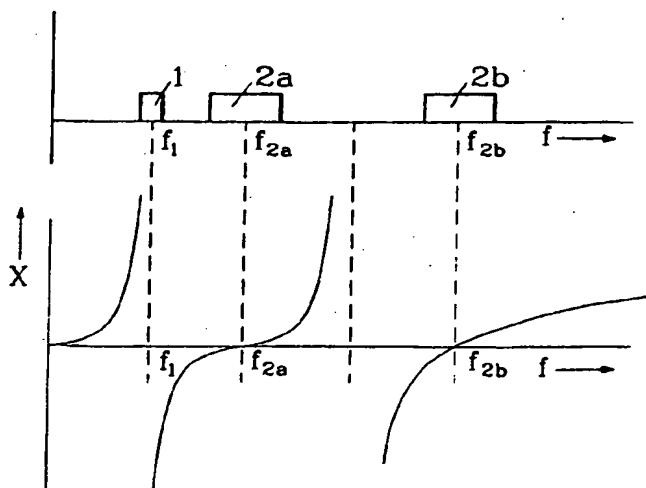


Fig. 6e

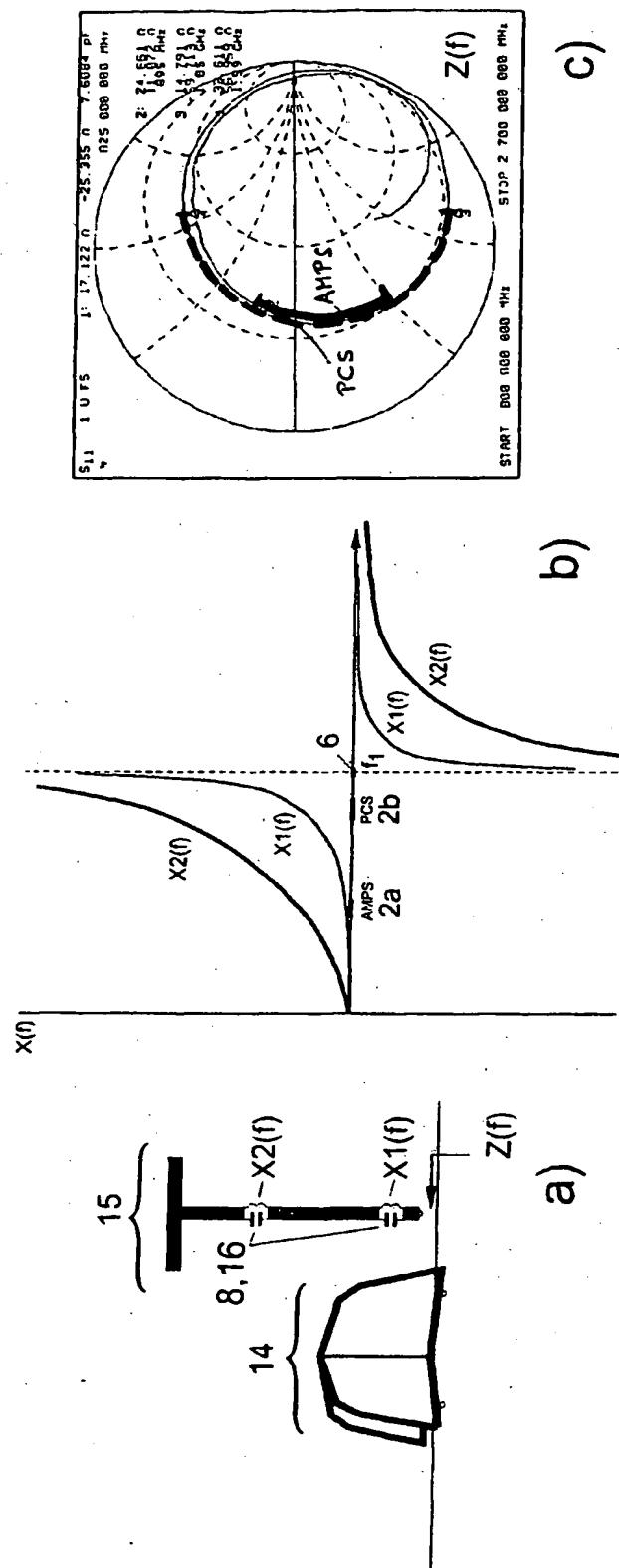


Fig.7

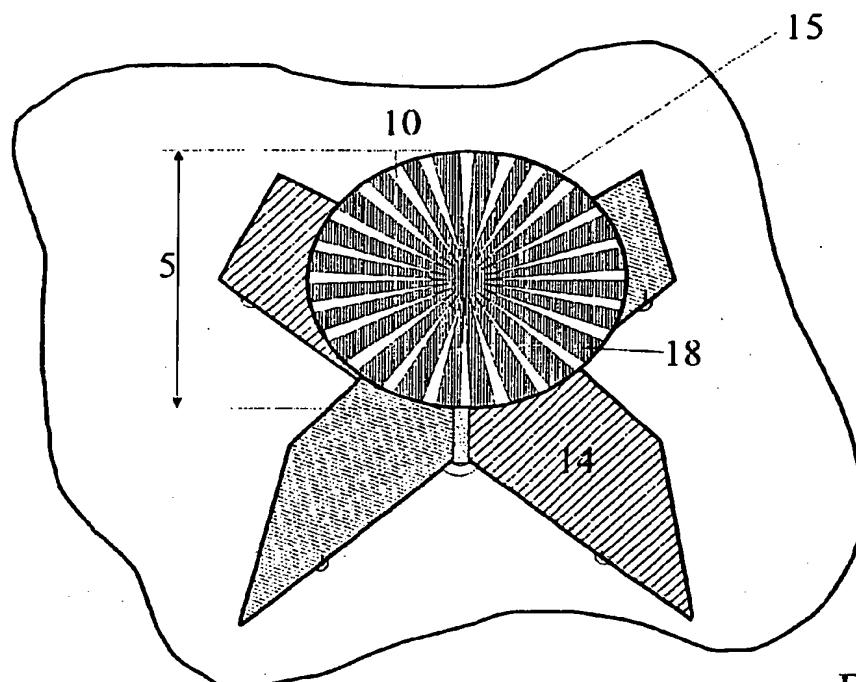


Fig. 8a

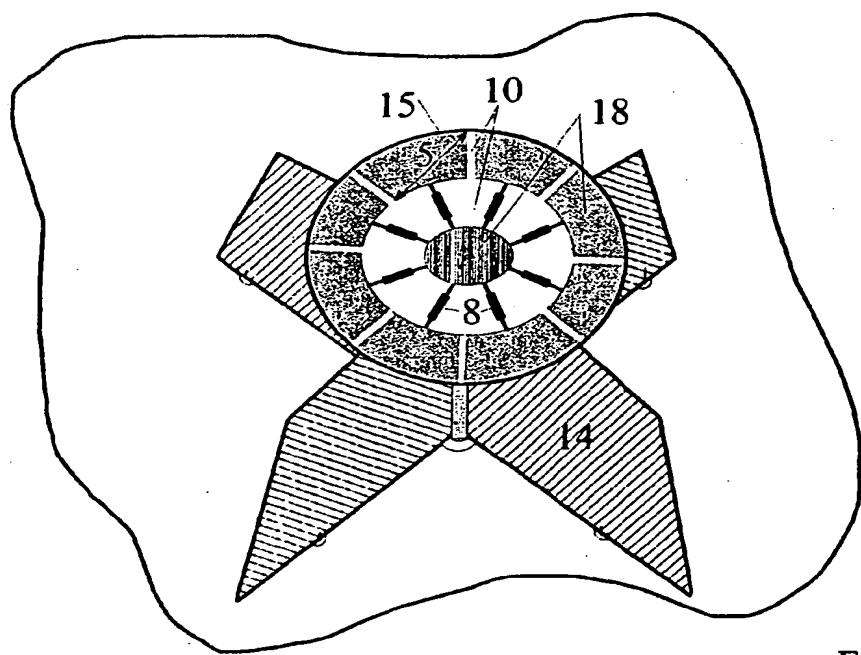


Fig. 8b

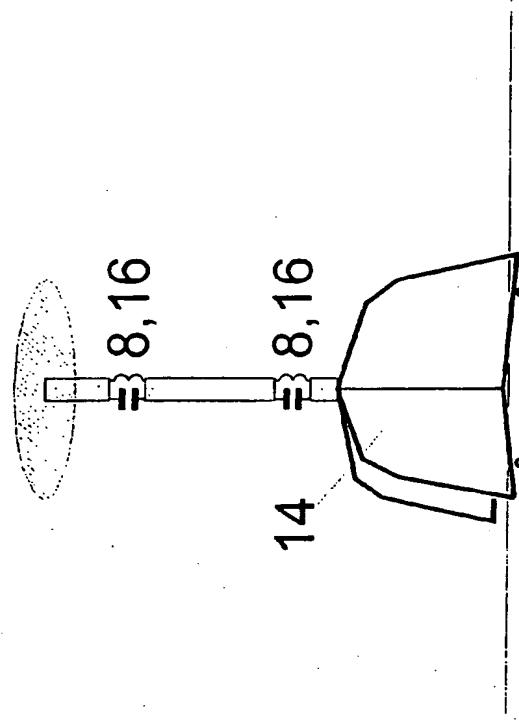


Fig.8d

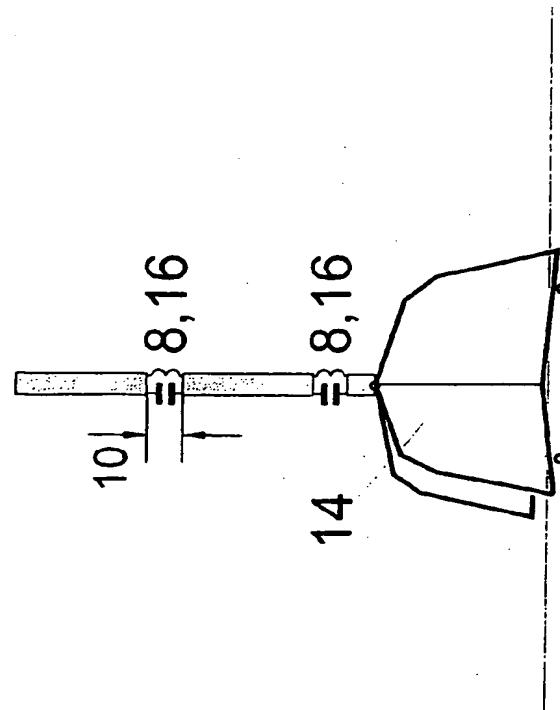


Fig.8c

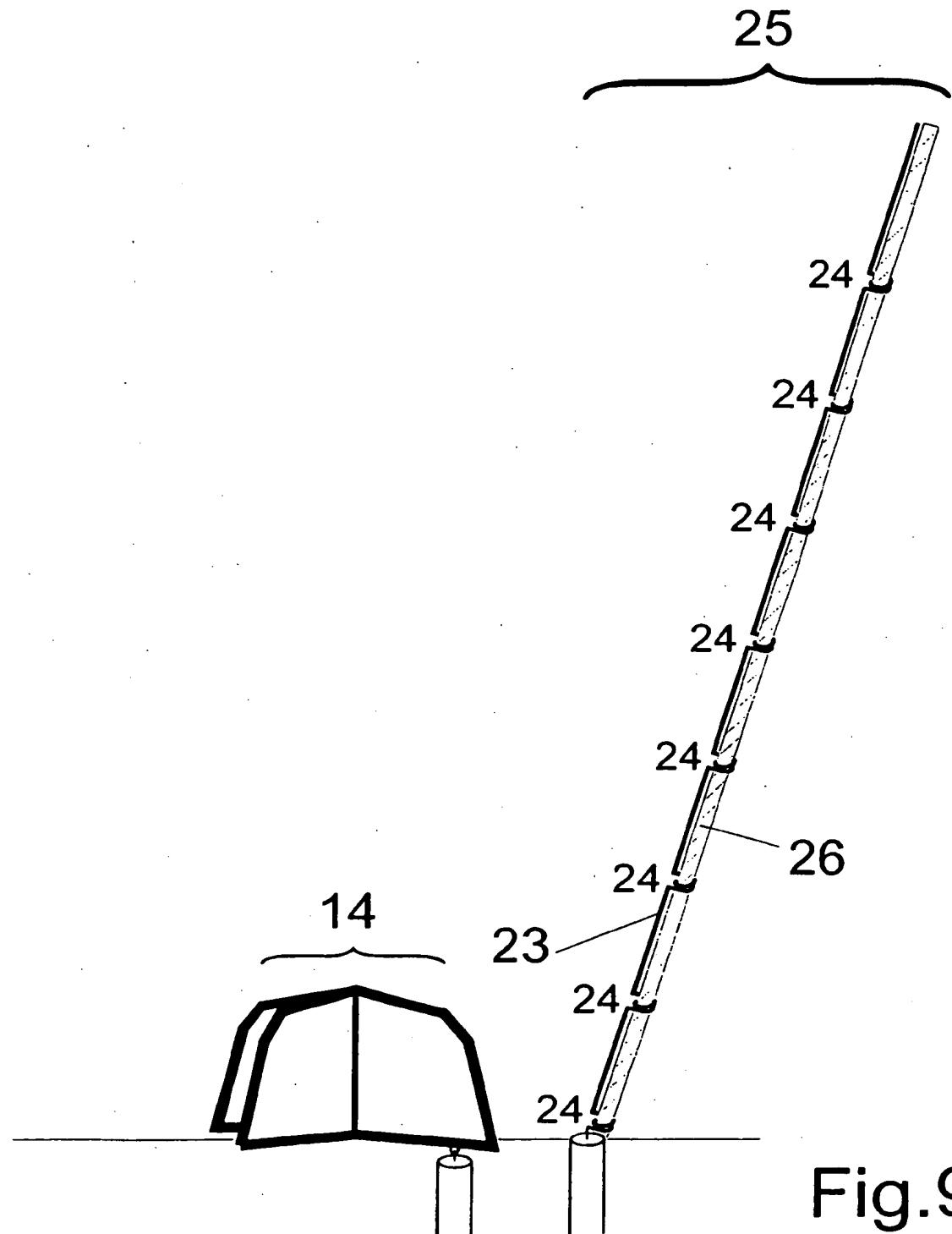


Fig.9